

**José João Pires de Oliveira**

**EFEITOS DE RETARDANTES QUÍMICOS NA PROPAGAÇÃO  
DE INCÊNDIOS FLORESTAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal  
do Paraná, como parte das exigências do  
Curso de Pós-Graduação em Engenharia  
Florestal, área de Silvicultura, para obten-  
ção do grau de "MAGISTER SCIENTIAE".

**CURITIBA — PARANÁ**

**1975**

EFEITOS DE RETARDANTES QUÍMICOS NA  
PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS

TESE

Submetida à consideração da Comissão  
Examinadora como requisito parcial  
na obtenção do título de

Mestre em Ciências - M. S.

no

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL DA      UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO PARANÁ

APROVADA:

---

---

---

À memória de  
minha tia Célia

À minha esposa  
Ana Maria

## AGRADECIMENTOS

O autor registra os seus agradecimentos à Universi  
dade Federal de Santa Maria pela oportunidade oferecida;

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação da Faculda  
de de Florestas da Universidade Federal do Paraná pelos ensinamenen  
tos, dedicação e apoio demonstrados no decorrer do Curso;

Ao orientador, Prof. Ronaldo Viana Soares pelo es-  
tímulo e orientação prestada no desenvolvimento deste estudo;

Aos professores Ailo Valmir Saccol e Valduino Estete  
fanel pelas sugestões, apoio e auxílio prestados na análise esta-  
tística desta pesquisa;

A todos os professores, colegas e amigos que de  
uma forma ou de outra contribuíram para que este trabalho se con-  
cretizasse;

Aos pais sua eterna gratidão.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

José João Pires de Oliveira, filho de João Pires de Oliveira e de Antonia Godoy de Oliveira, nasceu em Corumbá, Estado de Mato Grosso aos 12 dias do mês de agosto de 1942.

Seus estudos primários e secundários foram realizados em Corumbá (MT), São Vicente e Presidente Prudente (SP). Concluiu o curso ginásial no Colégio Estadual "Martin Afonso", em 1960 e o curso científico no Colégio Estadual "Fernando Costa", em 1963.

Ingressou na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, em 1965, e recebeu o título de Engenheiro Agrônomo em 1968.

Em março de 1969 iniciou suas atividades profissionais como docente da disciplina de Silvicultura,, no Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul.

Em março de 1973, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de Silvicultura, na Universidade Federal do Paraná.

## CONTEÚDO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1. Os incêndios florestais e seus efeitos .....	3
2.2. Influência dos fatores meteorológicos nos incêndios florestais .....	4
2.3. Prevenção aos incêndios florestais .....	8
2.4. Produtos químicos úteis na prevenção à propagação dos incêndios florestais .....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	
3.1. Local e Data .....	13
3.2. Caracterização da vegetação .....	13
3.3. Clima e relevo da região .....	14
3.4. Tratamentos .....	16
3.5. Delineamento experimental .....	18
3.6. Determinações .....	20
3.6.1. Observações meteorológicas .....	20
3.6.2. Tempo de propagação do fogo .....	20
3.7. Análise estatística .....	21
4. RESULTADOS	
4.1. Dados meteorológicos durante a execução do experimento .....	22
4.2. Tempo de propagação do fogo .....	22

	Página
5. DISCUSSÃO .....	31
6. CONCLUSÕES .....	33
7. RESUMO .....	34
8. SUMMARY .....	36
9. LITERATURA CITADA .....	38
APÊNDICE .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores áreas florestais do mundo, 270 milhões de hectares somente no Norte; com exceção da Amazônia, há apenas 79 milhões de hectares de cobertura vegetal no resto do País. Embora o Brasil sinta os prejuízos causados pela devastação impiedosa, procura com otimismo superar este déficit.

O atual incremento do florestamento e reflorestamento é o resultado de um conjunto de fatores, entre os quais o mais importante foi seguramente a criação, por parte do Governo Federal, de um regime liberal de isenções fiscais. O benefício estimulou o meio empresarial. Além disso, verificou-se uma boa disponibilidade de técnicos de nível universitário, formados pelas escolas florestais criadas há poucos anos no País. Investimentos superiores a 3,5 bilhões de cruzeiros foram carregados até 31 de dezembro de 1974 para a atividade de formação de florestas econômicas do Brasil, cobrindo área equivalente a 1 milhão 582 mil hectares. Embora o florestamento e reflorestamento seja uma atividade econômica relativamente jovem, já é possível observar alguns efeitos de importância sócio-econômica. Considerando que o território brasileiro apresenta condições ecológicas favoráveis à economia florestal, acredita-se que o País seja destinado a ocupar, nesse setor, uma posição de relevo.

É necessário entretanto que a pesquisa florestal seja incrementada, uma vez que representa um ponto básico para o



desenvolvimento racional e econômico.

Em Silvicultura, a proteção florestal, torna-se importante em todas as etapas do ciclo de vida de uma árvore ou de uma florestal. E dentro do aspecto protecionista, os incêndios florestais ocupam, sem dúvida alguma, o primeiro lugar na ordem de importância, pois o fogo é o agente que mais danos causa às florestas de maneira geral, sendo portanto, o maior inimigo e a maior fonte potencial de danos às florestas de todo o mundo. No Brasil, o exemplo de 1963, quando quase todo o Estado do Paraná sofreu a ação do fogo parece esquecido. Porém, deve-se lembrar que atualmente com o desenvolvimento do setor de reflorestamento, principalmente com coníferas, as condições são ainda mais favoráveis à ocorrência de incêndios florestais, que poderão levar a prejuízos ainda maiores do que aquele ano.

Segundo Vines (26) antigamente a atenção era quase totalmente dirigida para as atividades de supressão do fogo, procurando estabelecer ano após ano, a extensão dos aperfeiçoamentos aplicados no ataque aos incêndios. A tendência moderna no entanto é dedicar maior atenção às etapas de prevenção e pré-supressão, pois é mais vantajoso sob todos os aspectos evitar um incêndio ou mesmo atacá-lo imediatamente após se iniciar do que combatê-lo após estabelecido e propagado.

A completa prevenção dos incêndios florestais, no entanto, é uma meta quase inatingível e daí a importância de aperfeiçoar as técnicas existentes, procurando adaptá-las às condições do País.

O presente trabalho tem por objetivo geral testar uma técnica preventiva visando evitar ou retardar a propagação dos incêndios florestais em margens de estradas e aceiros, através do uso de retardantes químicos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Os incêndios florestais e seus efeitos

Os incêndios florestais constituem uma permanente fonte de danos às florestas de todo o mundo. Atualmente milhares de hectares de florestas são queimados, com prejuízos incalculáveis. Nos Estados Unidos ocorrem cerca de 125 mil incêndios por ano, com um prejuízo anual superior a 25 milhões de dólares; na Alemanha 3.500 hectares (250 mil metros cúbicos de madeira) aproximadamente são destruídos anualmente pelos incêndios, com prejuízos da ordem de 5 milhões de dólares; no México, ocorrem cerca de 1.500 incêndios por ano; no Chile, cerca de 50 mil hectares de florestas são destruídos anualmente por incêndios; e no Paraná, em 1963, um dos maiores incêndios florestais dos últimos tempos, atingiu cerca de 2.000.000 de hectares (sendo 20.000 de povoaamentos artificiais, 500.000 ha de florestas naturais primárias e 1.480.000 ha de matas secundárias e capoeiras), causando prejuízos incalculáveis (18).

Segundo Barrows (1), em média por ano, nos Estados Unidos, 125.000 incêndios florestais queimam cerca de 2 milhões de hectares, consomem 113.000.000 de toneladas de madeira, produzem  $660 \text{ km}^3$  de fumaça que podem se espalhar por milhares de quilômetros quadrados, emitem 364.000 toneladas de fuligem, matam 25 americanos e ferem outros 1.350. Além disso, estes incêndios crescem detritos e lodos aos rios e lagos, geram enchentes, impedem a recreação ao ar livre, prejudicam o manejo florestal, blo -

queimam estradas, queimam lares e causam evacuações de emergência de comunidades inteiras.

O incêndio ocorrido no Estado do Paraná, em 1963, afetou intensamente a produção do material para a indústria florestal primária, constituída na época por 1.300 serrarias, as quais empregavam 30.000 pessoas e produziam em média 20 milhões de dólares anualmente; trouxe também prejuízos ao solo em virtude das chuvas posteriores que carreavam a cinza e a matéria orgânica para o mar, deixando-o totalmente desnudo (23).

## 2.2. Influência dos fatores meteorológicos nos incêndios florestais.

A possibilidade e a frequência de ocorrências de incêndios florestais estão intimamente ligados às condições atmosféricas locais. Por esta razão a interpretação dos dados meteorológicos é de significativa importância na prevenção dos incêndios. Através da meteorologia, pode-se identificar perfeitamente os dias e as épocas de maior perigo e através dessas informações, tomar as medidas necessárias para evitar que os incêndios possam causar danos e prejuízos às florestas (5, 18).

Countryman et alii (3) concluíram que rápido enfraquecimento das chamas no incêndio Canyon (EE.UU.), que atingiu mais de 8.000 hectares, provavelmente, tenha ocorrido pela mudança das condições atmosféricas.

Segundo Davis (4), há uma estreita relação entre os incêndios florestais e os fatores meteorológicos.

Vários autores acentuam a importância da umidade relativa do ar como indicador do comportamento do fogo. Assim, o grau de perigo de ocorrer incêndios está muitas vezes associado a uma baixa umidade relativa (16, 18). Medindo-se a umidade do ar às 10 horas da manhã, pode-se prognosticar se o dia será ou não perigoso. Se a umidade relativa for menor que 40% pode-se prever que o dia apresentará perigo. Isto porque, geralmente, a umidade

relativa tende a baixar com o aumento da temperatura e se às 10 horas ela já apresentar um valor baixo, quando o dia atingir a hora mais quente (normalmente em torno das 14 horas) consequentemente apresentará um valor bem menor, proporcionando assim condições favoráveis à propagação dos incêndios (18).

Em vários incêndios florestais já ocorridos foi constatada a importância da umidade relativa na ignição e propagação do fogo. Na época em que ocorreu o incêndio do Estado do Paraná, em 1963, a umidade relativa do ar chegou a 8% (16).

Wolley (25), analisando o incêndio ocorrido em Laguna (EE.UU.), verificou que a baixa umidade relativa foi um dos fatores que ativou o fogo tornando-o incontrolável.

Davis (4) confirma que secas prolongadas acompanha das por altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, favorecem a ocorrência de incêndios pela redução do conteúdo de umidade do material combustível.

Schroeder & Buck (17) mencionam que a umidade atmosférica é elemento importante na ignição e propagação dos incêndios.

Segundo Silva (16), alguns autores admitem a existência de uma correlação muito estreita entre a temperatura e a ocorrência de incêndios. Quanto maior a temperatura do ar maior a possibilidade de incêndios. Além disso, admitem que os incêndios estão raramente associados a uma temperatura inferior a 10° centígrados. No entanto, Soares & Paez (21), estudando as correlações entre alguns fatores meteorológicos e ocorrência de incêndios florestais na região centro-paranaense, concluíram que a temperatura do ar não apresentou associação considerada importante com a ocorrência de incêndios em nenhum dos intervalos de tempo estudados.

Haines & Sando (7) afirmam que condições de baixa precipitação, umidade, alta temperatura e máxima radiação solar, diminuem a umidade do combustível florestal e por conseguinte aumenta o potencial do fogo. Os mesmos autores analisando os grandes

incêndios florestais ocorridos nos EE.UU. no período de 1871 a 1918 concluíram que estes tiveram como causas preponderantes as baixas precipitações que precederam de 3 a 8 meses o início dos mesmos.

Silva (16) menciona que estudos, realizados nos EE.UU. e em outros países demonstraram que 50 mm de chuva por mês é mínimo suficiente para limitar o desenvolvimento dos incêndios de grandes proporções. Demonstraram também que quando no inverno chovia pouco, tinha influência nos incêndios ocorridos no verão seguinte. A duração da precipitação é de grande importância para preservação do perigo de ocorrer incêndios. O mesmo autor analisando o incêndio que ocorreu no Paraná em setembro de 1963, observou que durante os meses de março e abril foram secos e que no mês de maio choveu apenas 5 mm. Tortorelli (23) também afirma que secas prolongadas e geadas intensas antecederam o referido incêndio.

O vento tem influência marcante no grau de perigo de incêndio, especialmente na sua velocidade de propagação. Segundo Soares (18) essa influência pode ser exercida de várias maneiras: estimulando a evaporação, através da substituição do ar saturado por ar fresco, concorrendo assim, para a secagem do material combustível; estimulando o fogo através do fornecimento constante de oxigênio; concorrendo para a diminuição ou aumento de nebulosidade; impedindo ou favorecendo as chuvas; influenciando na velocidade de propagação e na dificuldade de combater os incêndios. A velocidade do vento determina a maior ou menor velocidade de propagação e conseqüentemente o grau de facilidade de combater os incêndios.

Haines & Sando (7) além de mencionarem que o vento tem alta importância na secagem do combustível, afirmam ainda que após a ignição, sua direção e intensidade apresenta grande influência no grau de dificuldade de supressão.

Conforme Wolley (25) os ventos fortes (com velocidade superior a 112 km/hora), altas temperaturas e baixa umidade

foram fatores que ativaram o fogo no maior incêndio florestal da Califórnia. Menciona também que o vento tem muita importância no comportamento do fogo e no grau de perigo, pois impele as chamas, atingindo os materiais adjacentes e acelerando assim a propagação.

Stoljarcuk (22), através de estudos na região da Archangel, determinou correlações simples e múltiplas entre as ocorrências de incêndio e a duração em dias do período máximo sem precipitação, a temperatura média e a precipitação mensal, sendo o período máximo sem precipitação o fator mais importante.

Soares & Paez (21) baseando-se nas condições climáticas da região centro-paranaense, procuraram estabelecer as correlações existentes entre alguns fatores meteorológicos e a ocorrência de incêndios florestais. As variáveis atmosféricas utilizadas na análise foram: temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação, déficit de saturação do ar, diferença entre temperatura do ar e ponto de orvalho, número de dias sem chuva e número de dias sem chuva maior que 10 mm, as quais foram correlacionadas entre si e com a ocorrência de incêndios e área queimada, acumulando-se os dados desde 5 até 30 dias antes de cada ocorrência de incêndio, com intervalos de 5 dias. Os resultados mostram que alguns fatores, tais como umidade relativa do ar, déficit de saturação e diferença entre temperatura e ponto de orvalho apresentam correlações mais importantes em maiores intervalos de tempo do que os demais. A temperatura do ar não apresentou associação considerada importante com a ocorrência de incêndio em nenhum intervalo de tempo estudado.

Estudos realizados por Soares & Cordeiro (20) procurando determinar a época de maior ocorrência de incêndio no Estado do Paraná, verificaram que há uma tendência de concentração nos seis últimos meses do ano. Deste modo, considerando os dados climáticos os autores mencionam que o período de maior perigo de incêndio vai de julho a outubro.

### 2.3. Prevenção dos incêndios florestais

No caso do fogo ameaçar a plantação ou mesmo a floresta vier a pegar fogo, então já será tarde para protegê-la. Se, porém, tiver sido prevista alguma obra de defesa, o fogo não poderá se alastrar. (8)

Os prejuízos que os incêndios causam anualmente as florestas e à economia florestal do país, conferem uma importância ímpar à prevenção dos incêndios florestais. Com o uso de técnicas preventivas, o aparecimento de incêndios poderia ser em vários casos evitado, assim como os danos produzidos pelo fogo. Por estes motivos o principal objetivo de todas as organizações de controle a incêndios deve ser: prevenir ou evitar tanto quanto possível o início do fogo. Uma das causas fundamentais das ocorrências dos incêndios é que a maioria dos empresários florestais brasileiros que estão plantando extensas áreas com espécies altamente inflamáveis (Pinus spp e Araucaria angustifolia) não adquiriram ainda consciência para a necessidade de técnicas preventivas eficientes, por requererem certo investimento inicial, que no entanto se torna insignificante diante do patrimônio florestal que corre o risco de ser totalmente destruído.

Partindo da premissa que os incêndios florestais, apesar dos esforços para evitar seu início, continuarão existindo em quantidade considerável, medidas que visem dificultar a propagação e ao mesmo tempo facilitar o combate devem ser adotadas. Essas medidas denominadas técnicas preventivas, não visam portanto apenas evitar o aparecimento do incêndio, mas sim facilitar a ação de supressão do fogo, diminuindo ao mínimo possível os prejuízos causados pelos eventuais sinistros. Várias medidas podem ser tomadas, numa propriedade florestal, visando diminuir a incidência, impedir a propagação e facilitar o combate aos incêndios florestais (19). Segundo Soares & Cordeiro (23) todas as técnicas de prevenção de incêndios devem ser voltadas para diminuir a incidência do fogo. É necessário porém que se conheça as principais cau-

sas de incêndio de uma região para que se possa adotar as medidas preventivas visando eliminar estas causas.

Soares (18), afirma que a prevenção dos incêndios, de um modo geral, atua especificamente, sobre dois campos:

- a eliminação ou diminuição das causas humanas, isto é, evitar o início da ignição, através de educação e leis;
- reduzir o perigo ou risco de propagação dos incêndios (cujo início não pode ser evitado) através de técnicas especiais, tais como: eliminação do material combustível, construção de aceiros, retardantes químicos e outros.

É de importância na prevenção de incêndios a construção de uma rede de aceiros em pontos estratégicos dentro da propriedade. A grande utilidade dos aceiros é sem dúvida a facilidade de acesso ao local do fogo e a possibilidade que oferecem de permitir que se empreguem técnicas especiais para conter o fogo naquele local (5, 19).

Barrows (1) afirma que, através do tratamento de combustíveis podemos reduzir tanto as probabilidades de ignição em locais críticos, como o desenvolvimento de características violentas e destruidoras. Soares (18) menciona que uma das melhores maneiras de reduzir o perigo de incêndio é efetuar queima controlada dos locais que apresentam perigo. As áreas mais perigosas são geralmente, ao longo das divisas e das estradas de ferro. Queimando-se uma faixa ao longo destas, pode-se diminuir o material combustível existente (representado pelas gramíneas e arbustos secos). Da mesma maneira, queimando-se as áreas de campo próximas às divisas da propriedade, evita-se também, que incêndios vindos de fora possam penetrar na área florestal através daquela vegetação extremamente combustível e perigosa.

Segundo Soares (18) uma das medidas eficientes que se pode tomar para prevenir ou diminuir a propagação dos incêndios, principalmente, quando se tem grandes extensões reflorestadas com espécies altamente combustíveis (coníferas) é o plantio



de faixas com espécies "menos inflamáveis", isto é, espécies que pelas suas características ofereçam certa resistência à propagação do fogo. Também nas margens dos aceiros e ao longo das divisas é conveniente o plantio de algumas linhas de espécies menos combustíveis. Conforme o mesmo autor até o momento não se tem dado a devida importância aos benefícios que um conjunto de pequenos lagos (proveniente de pequenas barragens) pode trazer a uma propriedade florestal. Estes pequenos lagos construídos em locais adequados e distribuídos por toda a área florestal, são de grande utilidade por vários aspectos. No que se refere à proteção contra o fogo temos dois benefícios imediatos: serão locais de fácil captação de água no caso de combate a incêndios e aumentarão a superfície de evaporação de água dentro da área florestal o que influirá benéficamente no micro-clima local, através da elevação da umidade relativa do ar.

Mesmo com o uso de todas estas técnicas de prevenção Berenhauser (2) afirma que nas florestas nacionais e privadas dos Estados Unidos anualmente perdem-se dezenas de milhares de hectares de valiosas matas, situação que apenas poderá ser contornada se sistematicamente passarem a utilizar o fogo como parte do manejo florestal.

#### 2.4. Produtos químicos úteis na prevenção da propagação dos incêndios florestais.

Conforme Soares (18) os retardantes podem ser definidos como sendo substâncias químicas que aplicadas sobre a vegetação reduz sua inflamabilidade. Existem vários retardantes, porém os que reúnem melhores qualidades são sulfato de amônia, fosfato de amônia e borato de cálcio e sódio.

Davis (4) aplicando fosfato de amônia ao longo da "Ridge Route" na Floresta Nacional de Angeles, conseguiu uma redução de ocorrência média de incêndios de 4,7 para 1,6 por ano. Outrossim, antes do tratamento a "Ridge Route" era uma área onde ge

ralmente os incêndios destrutivos da Floresta Nacional de Angeles tinham início. Após o tratamento não ocorreram incêndios maiores que 0,4 hectares, principalmente porque os incêndios queimavam lentamente.

Segundo Poulain (14) os elementos retardantes são produtos químicos que melhoram as propriedades extintoras da água, seja tornando-a viscosa para fazê-la aderir à vegetação e limitar as perdas por escorrer demais; seja porque reduzam a evaporação da água derramada sobre o combustível, seja mesmo por tratar-se de um inibidor da combustão.

Macleod (12) afirma que a água, como repressora do fogo, pode ser mais efetiva com a adição de retardantes de fogo tais como sulfato de amônia ou borato de sódio e cálcio.

George & Aylmer (6) mencionam que mais de 80 milhões de galões de retardantes tem sido usados no controle de incêndios florestais e de campos pelas agências de controle de fogo dos EE. UU. nos últimos dez anos.

Johanser (10) avaliando a efetividade da extinção do fogo com 33 compostos químicos em várias concentrações, verificou que dos produtos testados o fosfato de amônia e o ácido fosfórico foram os mais promissores na extinção do fogo.

O programa de prevenção de incêndios, além de reduzir as fontes de ignição, devem também dar muita atenção à redução do perigo de incêndio. Através do tratamento de combustíveis pode-se reduzir tanto a probabilidade de ignição em locais críticos, como o desenvolvimento de características violentas e destruidoras (1).

Wilson & Dell (24) afirmam, que galhos à margem de estradas e caminhos interligados atuaram como fusos de ligação para o fogo expandir-se no incêndio "Raft River" em 1967, em Washington. Estes autores, também mencionam que em maio de 1965, 11.000 acres de plantações na Floresta Nacional de Nebraska foram consumidas e devastadas pelo fogo. Mais recentemente, em 1968, os três maiores incêndios de Michigan, ocorridos na primavera, devastaram povoamentos florestais. Em muitos casos, os incêndios começaram

em gramíneas às margens dos povoamentos e espalharam-se para o interior.

Segundo Hodgson (9) mais de 500.000 acres são quei mados sob controle anualmente em Victoria, e que isto contribui para a redução no total de ocorrência do fogo e tamanho de áreas queimadas.

Gay-Lussac citado por Lepage (11), em 1821, a pedi do de Luís XVIII da França fez muitas experiências para proteção de materiais celulósicos contra o fogo e recomendou o uso de fosfato de amônia, uma mistura de fosfato de amônia e cloreto de amônia ou uma mistura de cloreto de amônia de borax.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local e Data

Este experimento foi conduzido nos meses de julho a agosto de 1974, na Estação de Pesquisas Florestais de Rio Negro da Faculdade de Florestas da Universidade Federal do Paraná. A Estação está situada aproximadamente a 26°8' de latitude S e 49°45' de longitude W, conforme mostra a Figura 1.

#### 3.2. Caracterização da Vegetação

A área onde foi instalado o presente estudo, apresentava uma vegetação secundária, proveniente de uma exploração antiga da Araucaria angustifolia (Bert. O. Ktze), conforme mostra a Figura 2. Esta vegetação apresentava um estrato herbáceo - arbustivo bastante denso, sendo representada principalmente por gramíneas, Schizanthus condensatus (Kunth), Brachiaria plantaginea (Luick) e Parostachys burchellii (Munro); Lauraceae, Ocotea porosa (Ness & Mart.) Barroso e Ocotea pulchella (Mart.); Leguminosae, Mimosa acabrella; Bignoniaceae, Jacarandá micrantha (Cham); e Compositae, Baccharis articulata (Pers. Syn.)

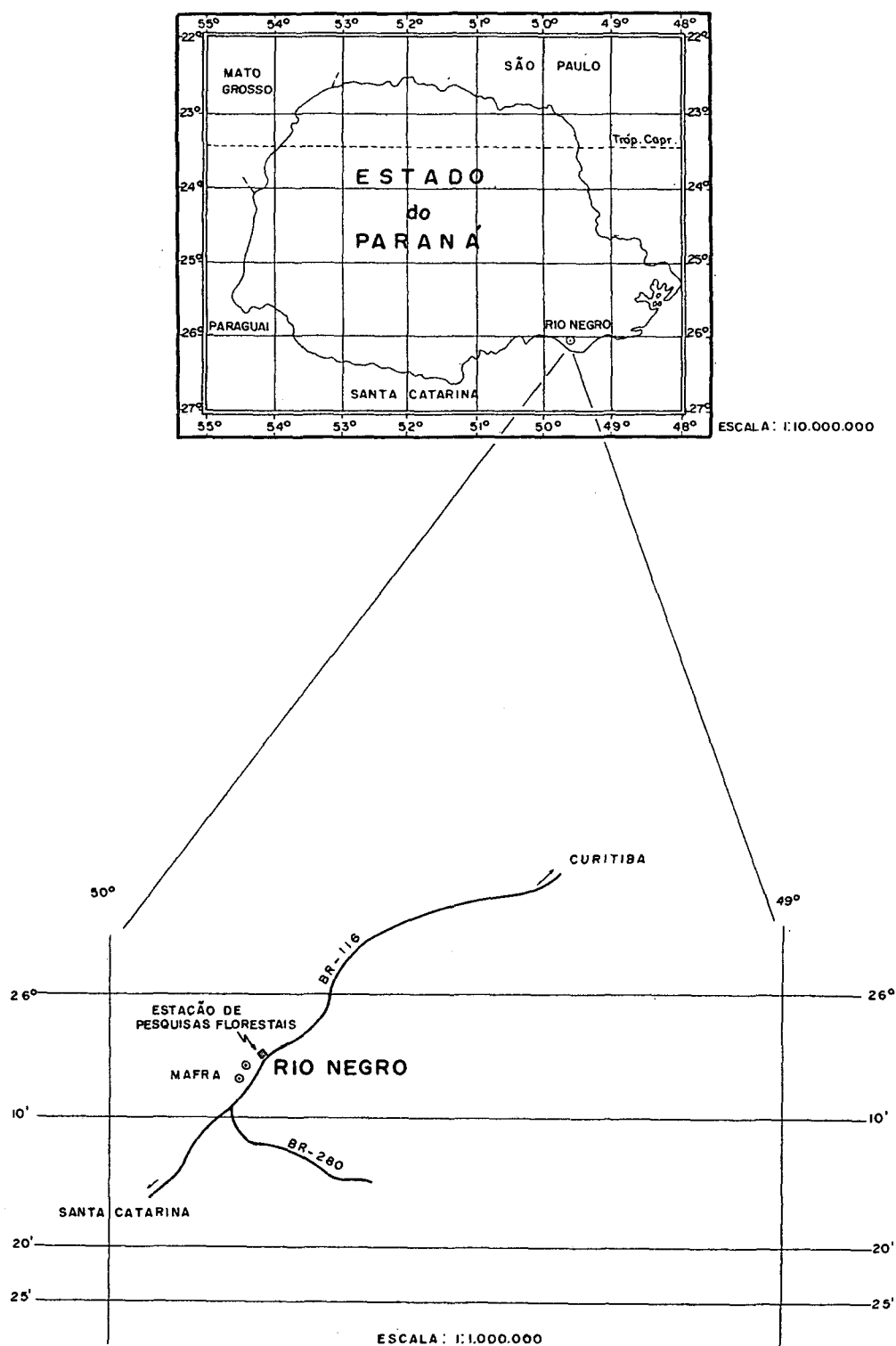


FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE RIO NEGRO E SITUAÇÃO DA ÁREA-TESTE



FIGURA 2. Vista parcial da área-teste mostrando ao fundo a *Araucaria angustifolia* em seu habitat natural.

### 3.3. Clima e relevo da região

Segundo a classificação climática de Koeppen, a região apresenta um clima subtropical do tipo Cfa, caracterizado por temperaturas superiores a  $22^{\circ}\text{C}$  durante o mês mais quente, sendo que a temperatura do mês mais frio oscila entre  $-3$  a  $18^{\circ}\text{C}$ . O regime de chuvas da região é uniformemente distribuído durante todo o ano, com precipitação mensal variando entre os limites de 73,6 a 161,7 mm, apresentando uma média anual de 1.271 mm (13).

A topografia, de modo geral, varia de suave a fortemente ondulada, apresentando uma altitude de 781 m (Quadro 1).

QUADRO 1 . Elementos climatológicos dos municípios de Rio Negro  
referente ao período de 1931 a 1960 (valores normais)\*

Altitude média(m)	Temperaturas °C			Precipitação (mm)	Umidade relativa%	Meses
	Médias das máximas	Médias das mínimas	Médias mensais			
781	27,6	15,6	20,5	161,7	83,8	Janeiro
	27,1	15,7	20,3	145,4	85,7	Fevereiro
	26,4	14,9	19,5	110,0	85,7	Março
	23,4	11,5	16,3	73,6	86,1	Abril
	21,0	8,9	14,0	82,3	87,0	Maio
	19,5	7,3	12,4	91,8	87,0	Junho
	19,4	6,4	11,9	77,4	85,2	Julho
	21,2	7,4	13,2	91,6	83,4	Agosto
	21,7	9,4	14,4	97,8	84,4	Setembro
	23,3	11,6	16,4	117,9	83,3	Outubro
	25,2	12,6	17,9	102,9	82,1	Novembro
	26,9	14,2	19,5	118,6	82,7	Dezembro
Ano	23,6	11,3	16,4	1.271,0	84,7	Ano

\* Fonte: Boletim do Ministério da Agricultura (13).

### 3.4. Tratamentos

Os produtos usados neste trabalho foram o Sulfato de amônia  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  com 20% de nitrogênio amoniacal e Diamônio Fosfato  $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$  com 18% de nitrogênio e 46% de equivalente  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Estes foram aplicados em 4 concentrações (50 gramas/m<sup>2</sup>, 100 gramas/m<sup>2</sup>, 200 gramas/m<sup>2</sup> e 250 gramas/m<sup>2</sup>, que correspondem, respectivamente, a 500 quilogramas, 1000 quilogramas, 2000 quilogramas e 2500 quilogramas por hectare.

O Quadro 2 mostra detalhes dos tratamentos aplicados neste experimento.



QUADRO 2. Tratamentos aplicados no experimento de efeito de retardantes químicos na propagação de incêndios florestais.

TRATAMENTO	PRODUTO	FÓRMULA QUÍMICA	DOSAGENS g/m <sup>2</sup>	DATA DA APLICAÇÃO	ÉPOCAS DE QUEIMA		
					I	II	III
1	Sulfato de amônia	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	50	5-7-74	15-7	25-7	14-8
2	Sulfato de amônia	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	100	5-7-74	15-7	25-7	14-8
3	Sulfato de amônia	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	200	5-7-74	15-7	25-7	14-8
4	Sulfato de amônia	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	250	5-7-74	15-7	25-7	14-8
5	Diamônia fosfato	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	50	5-7-74	15-7	25-7	14-8
6	Diamônia fosfato	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	100	5-7-74	15-7	25-7	14-8
7	Diamônia fosfato	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	200	5-7-74	15-7	25-7	14-8
8	Diamônia fosfato	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	250	5-7-74	15-7	25-7	14-8
9	Testemunha			5-7-74	15-7	25-7	14-8

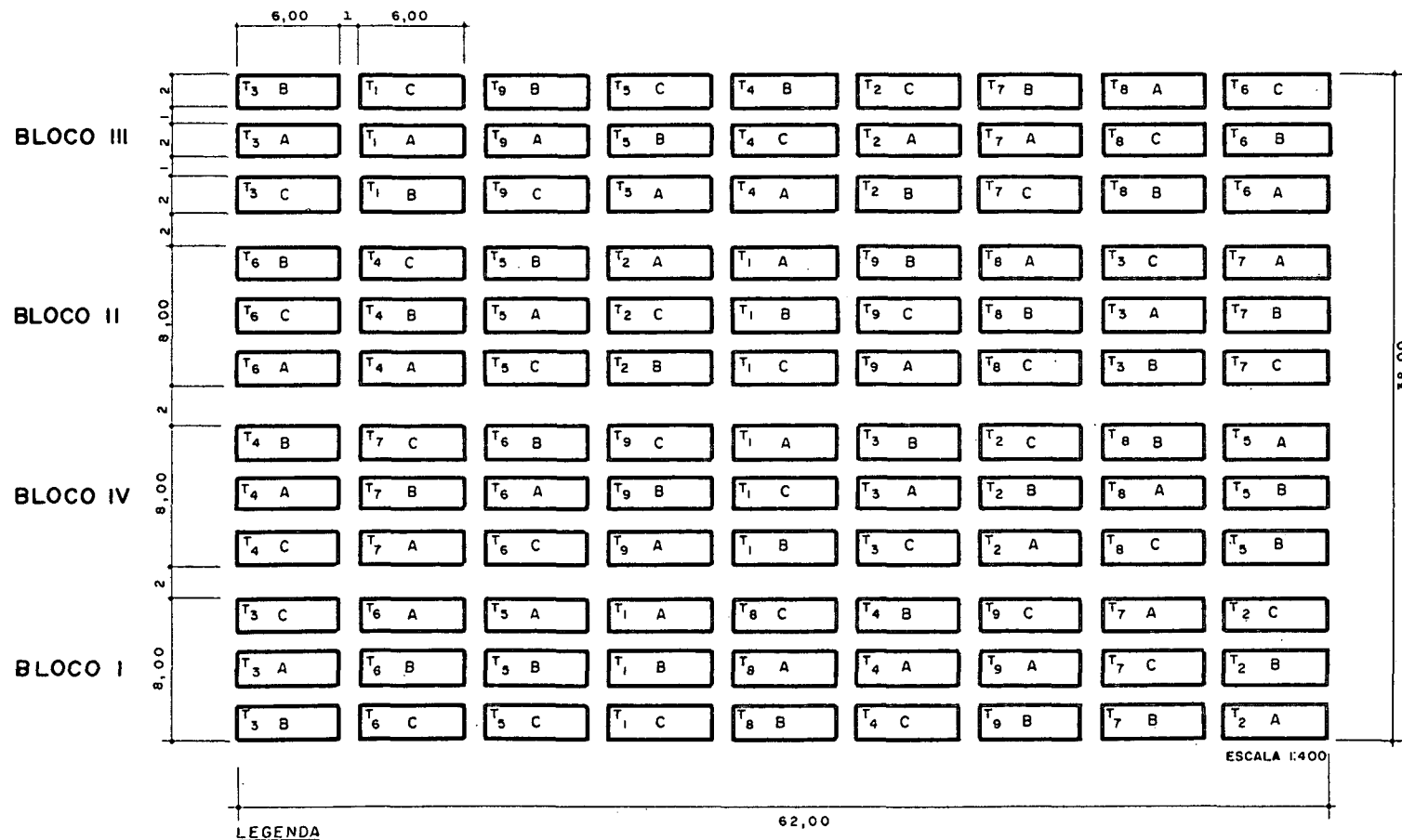
Para aplicação de cada tratamento os produtos foram dissolvidos em 10 litros d'água e posteriormente pulverizados manualmente através de regadores, sobre as parcelas previamente preparadas. Conforme mostra o Quadro 2, todos os tratamentos químicos foram aplicados em 5-7-74 enquanto as épocas de queima foram efetuadas em 15-7-74, 25-7-74 e 14-8-74. A queima procedeu-se por intermédio de um maçarico, iniciando por um dos lados mais estreitos da parcela, quando cronometrou-se a velocidade de propagação.

### 3.5. Delineamento Experimental

O delineamento usado foi o de parcelas sub-divididas em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os blocos continham nove parcelas, recebendo cada uma, um dos tratamentos. Cada parcela foi dividida em 3 sub-parcelas totalizando, por conseguinte, 27 sub-parcelas em cada repetição (Figura 3).

As sub-parcelas tinham dimensões de 2,0 por 6,0 metros totalizando uma área de 0,0012 ha ( $12m^2$ ). A distância entre uma sub-parcela e outra era de 1 metro e entre uma repetição e outra de 2 metros. Esses intervalos foram gradeados para que não houvesse propagação do fogo de uma parcela para outra ou entre repetições (Figura 4).

Nas parcelas foram aplicadas, ao acaso, os tratamentos químicos, enquanto nas sub-parcelas foi determinado o efeito destes produtos sobre a propagação do fogo nas três épocas de queima.



#### LEGENDA

T <sub>1</sub> - SULFATO DE AMONIA	T <sub>4</sub> - SULFATO DE AMONIA	T <sub>7</sub> - DIAMONIA FOSFATO
T <sub>2</sub> - SULFATO DE AMONIA	T <sub>5</sub> - DIAMONIA FOSFATO	T <sub>8</sub> - DIAMONIA FOSFATO
T <sub>3</sub> - SULFATO DE AMONIA	T <sub>6</sub> - DIAMONIA FOSFATO	T <sub>9</sub> - TESTEMUNHA
A - QUEIMA DAS PARCELAS APÓS 10 DIAS	B - QUEIMA DAS PARCELAS APÓS 20 DIAS	C - QUEIMA DAS PARCELAS APÓS 40 DIAS

FIGURA 3. CROQUIS DO EXPERIMENTO EXECUTADO PARA TESTAR A EFICIÊNCIA DE RETARDANTES QUÍMICOS NA PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS



FIGURA 4. Vista parcial do experimento salientando a gradagem executada entre as parcelas e a queima no momento da coleta de dados.

### 3.6. Determinações

#### 3.6.1. Observações meteorológicas

Durante a condução e experimento foram realizadas observações quanto à precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar, através da Estação Meteorológica, localizada na área de pesquisa da Estação Experimental da Faculdade de Florestas da Universidade Federal do Paraná.

#### 3.6.2. Tempo de propagação do fogo

O tempo de propagação do fogo foi cronometrado para cada tratamento, nas três épocas de queima.

### 3.7. Análise Estatística

Os dados originais, apresentados no apêndice, foram analisados estatisticamente, através de um computador IBM-1130 do Centro de Processamento de Dados da Universidade Federal de Santa Maria, segundo análise da variância descrita por Pimentel Gomes (15). Os tratamentos foram comparados entre si pelo F-teste (5%), enquanto as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste TUKEY a 5% de probabilidade.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Dados meteorológicos durante a execução do experimento.

O comportamento diário da temperatura e umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica ocorridas após a aplicação dos tratamentos, usados neste estudo, são apresentados nas figuras 5, 6, 7 respectivamente.

### 4.2. Tempo de propagação do fogo.

As velocidades médias de propagação do fogo em m/seg. nas diversas épocas são apresentadas no Quadro 3. Os resultados médios de propagação do fogo, para cada tratamento, nas três épocas de queima, são apresentados no Quadro 4 e Figura 10. Enquanto a análise da variância é apresentada nos Quadros 2 A a 5 A do Apêndice. As Figuras 8 e 9 mostram um aspecto das parcelas antes e após a queima, respectivamente.

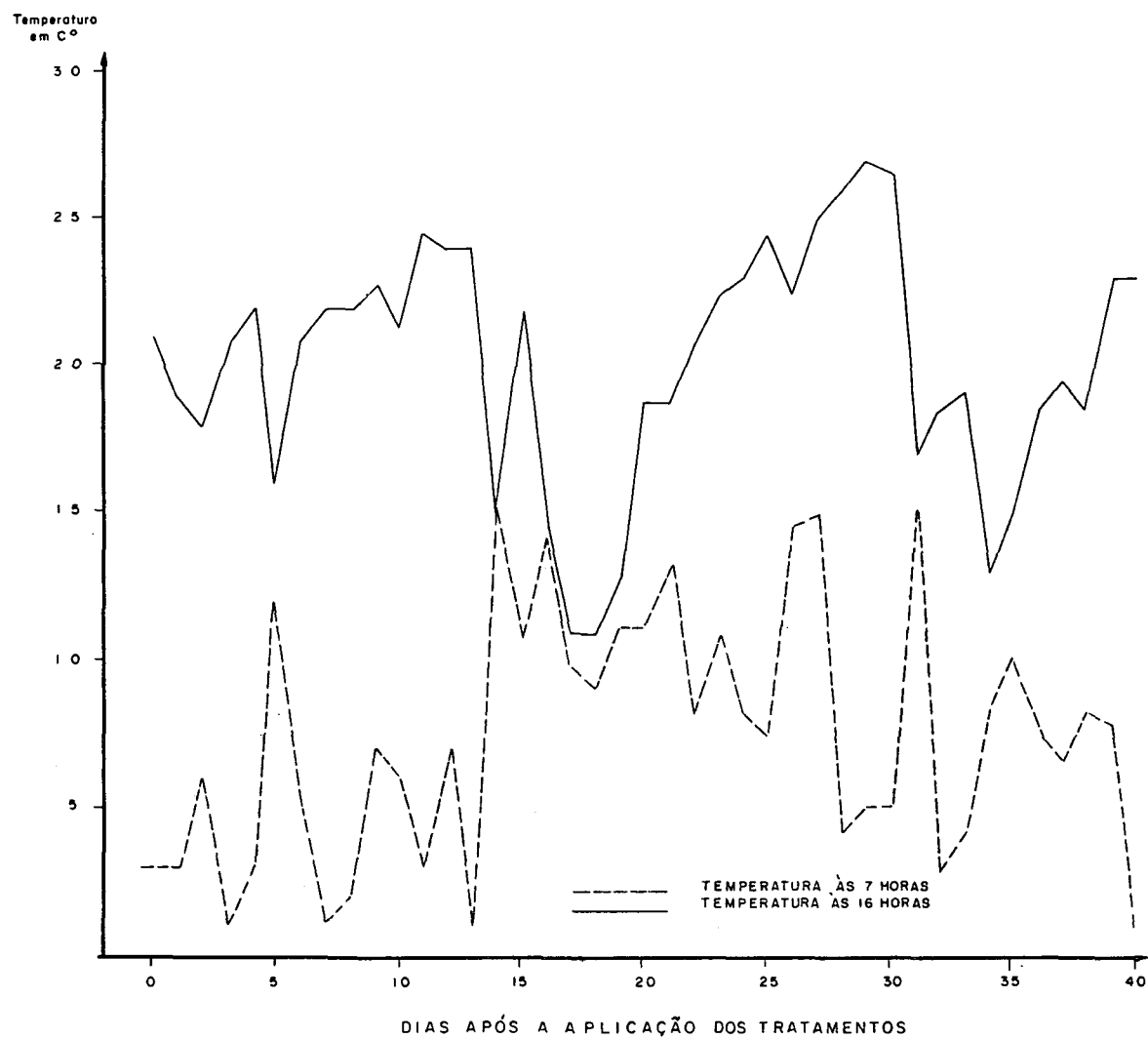


FIGURA 5. TEMPERATURAS OBSERVADAS DURANTE A CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

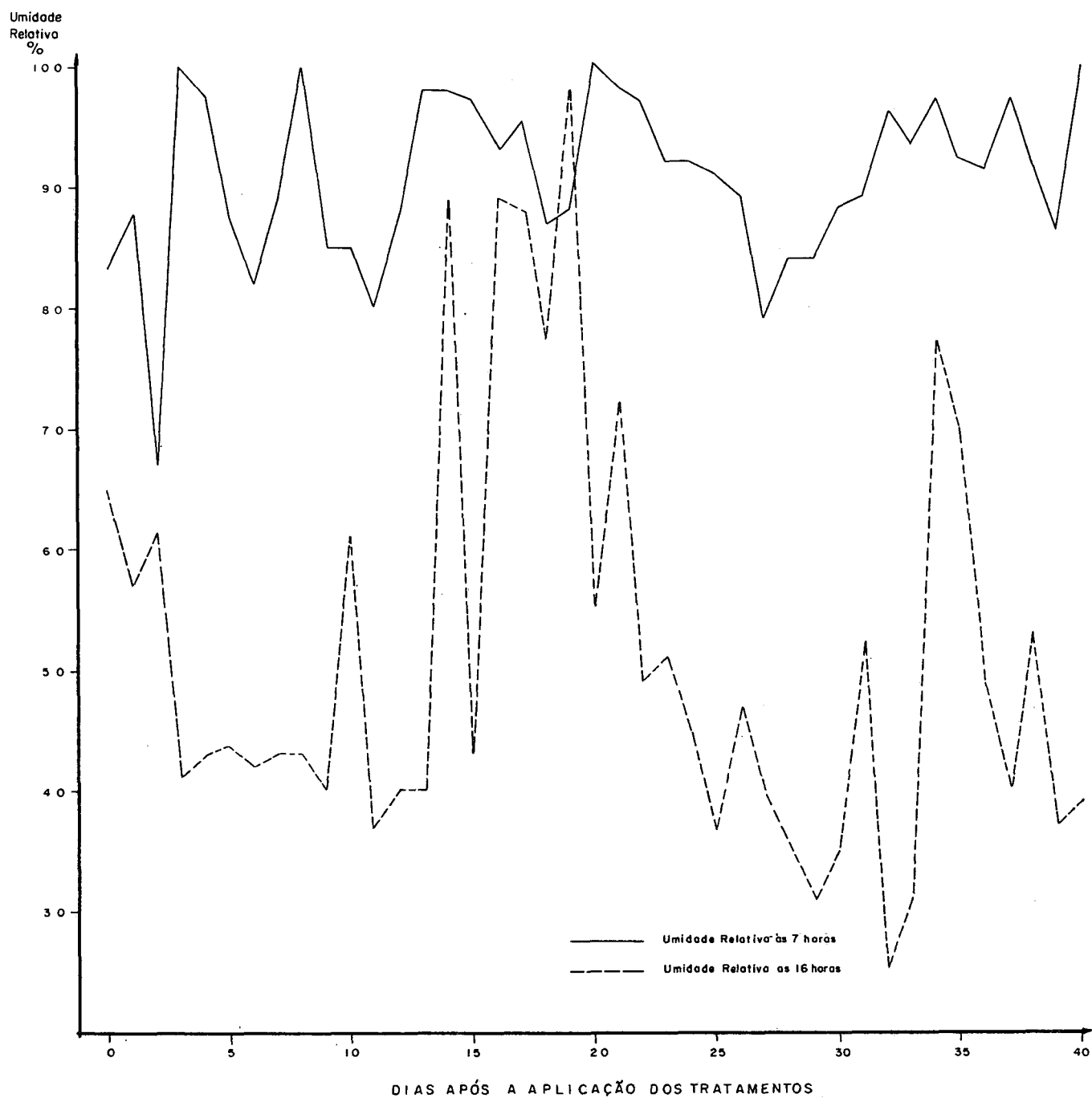


FIGURA 6. UMIDADES RELATIVAS OBSERVADAS DURANTE A CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO



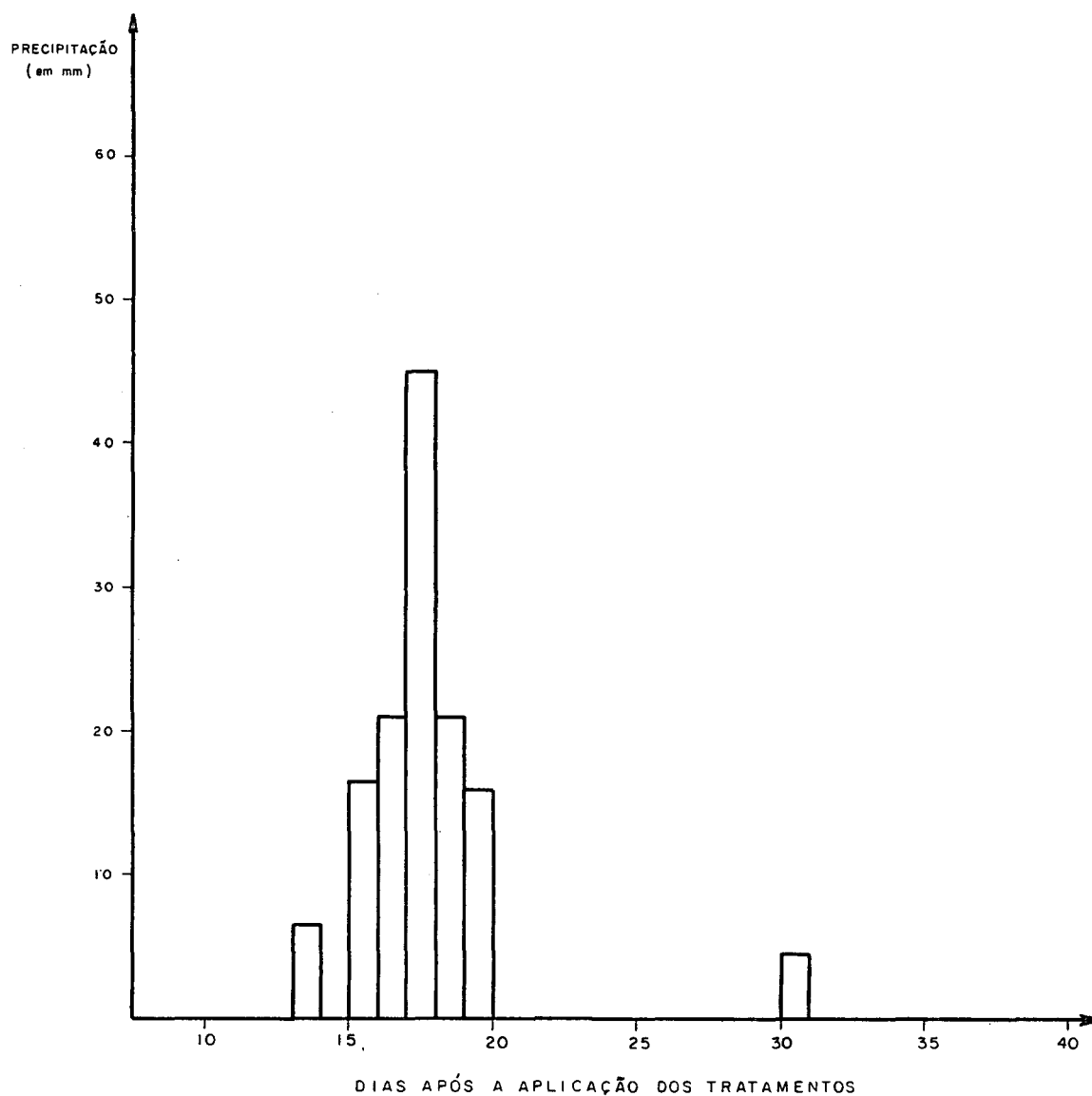


FIGURA 7. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA EM mm, OCORRIDA DURANTE A CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.



FIGURA 8 - Aspecto da parcela antes da queima realizada no experimento de efeitos de retardantes químicos na propagação de incêndios florestais, Rio Negro . Pr.-1974.



FIGURA 9 - Aspecto da parcela após a queima realizada no experimento de efeitos de retardantes químicos na propagação de incêndios florestais, Rio Negro, Pr.-1974.

QUADRO 3. Velocidade média em m/seg. para os tratamentos químicos e suas combinações com as épocas de coleta.

TRATAMENTO	Velocidade média em m/seg.			MÉDIAS
	10 dias após aplicação	20 dias após aplicação	40 dias após aplicação	
8	0,0024	0,0165	0,0189	0,0057
7	0,0028	0,0159	0,0229	0,0066
4	0,0034	0,0142	0,0249	0,0075
6	0,0060	0,0078	0,0193	0,0087
3	0,0070	0,0126	0,0188	0,0109
5	0,0110	0,0175	0,0254	0,0161
2	0,0123	0,0256	0,0290	0,0194
1	0,0170	0,0226	0,0230	0,0205
9	0,0322	0,0292	0,0322	0,0312
MÉDIAS	0,0057	0,0148	0,0230	0,0104

QUADRO 4. Tempo médio da queima de cada parcela, em segundos, para os tratamentos químicos e sua combinação com as épocas de coleta.

TRATAMENTO		Tempo médio em segundos			MÉDIAS
		10 dias após aplicação	20 dias após aplicação	40 dias após aplicação	
8	a	2.478,8	b 362,5	b 317,5	1.052,9
7	a	2.107,5	b 376,2	b 262,5	915,4
4	a	1.746,2	b 420,0	b 241,2	802,5
6	a	990,0	b 767,5	b 311,2	689,6
3	a	852,5	b 477,5	b 320,0	550,0
5	a	542,5	a 342,5	a 236,2	373,8
2	a	484,2	ab 233,8	b 207,5	308,5
1	a	351,2	a 265,0	a 261,2	292,5
9	a	186,2	a 205,0	a 186,2	192,5
MÉDIAS		a 1.059,9	b 405,1	b 260,8	575,3

OBSERVAÇÕES:

- Médias assinaladas horizontalmente pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
- Médias abrangidas verticalmente pelo mesmo traço não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em média, a propagação do fogo foi mais lenta na primeira do que na segunda e terceira época de queima. Da mesma forma, na média dos tratamentos testados neste estudo, verifica-se que o Diamônia fosfato, na dosagem de  $250 \text{ g/m}^2$ , foi o mais eficiente no retardamento de propagação do fogo, embora não tenha deferido estatisticamente do Diamônia fosfato na dosagem de  $200 \text{ g/m}^2$  e do Sulfato de amônia na dosagem de  $250 \text{ g/m}^2$ , os quais em relação à testemunha mostraram um aumento relativo no retarda

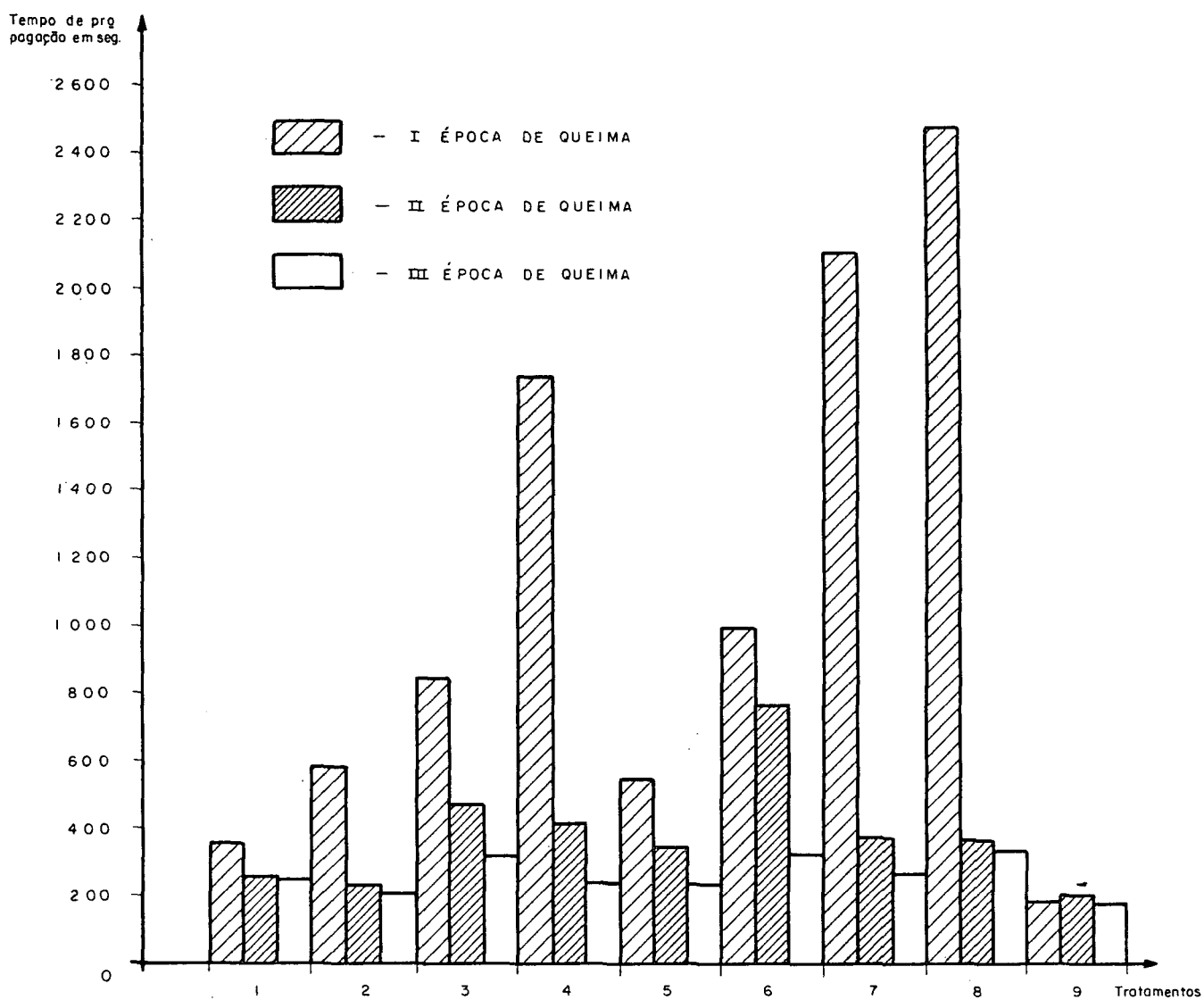


FIGURA 10 EFEITOS DE RETARDANTES QUÍMICOS SOBRE A PROPAGAÇÃO DO FOGO, EM TRÊS ÉPOCAS DE QUEIMA.

mento do fogo de 447%, 375% e 317%, respectivamente.

De todos os tratamentos testados apenas o Diamônia fosfato, na dosagem de  $50 \text{ g/m}^2$ , e Sulfato de amônia nas dosagens de 50 e  $100 \text{ g/m}^2$ , não diferiram significativamente da testemunha.

Segundo a análise da variância (Quadros 2A a 5 A do Apêndice), a eficiência média dos tratamentos foi dependente da época de queima. Assim na segunda e terceira época não houve diferença entre os tratamentos. No entanto, na primeira época os tratamentos tiveram sua eficiência consistentemente aumentada, destacando-se como o mais eficiente o Diamônia fosfato, na dosagem de  $250 \text{ g/m}^2$ , que somente não diferiu estatisticamente da Diamônia fosfato, na dosagem de  $200 \text{ g/m}^2$ . Em relação à testemunha a eficiência destes tratamentos, na primeira época da queima, foi de 1.231% e de 1.086% respectivamente.

Comparando-se o comportamento de cada tratamento nas três épocas de queima, verifica-se que o tempo de propagação do fogo no tratamento testemunha, Sulfato de amônia  $50 \text{ g/m}^2$  e Diamônia fosfato  $50 \text{ g/m}^2$ , não diferiram nas três épocas de queima, enquanto o Sulfato de amônia  $100 \text{ g/m}^2$  e o Diamônia fosfato  $100 \text{ g/m}^2$  não diferiram apenas entre a primeira e segunda coleta. Em todos os demais tratamentos, o tempo de propagação do fogo foi significativamente maior na primeira época de queima do que na segunda e terceira.

## 5. DISCUSSÃO

Segundo os resultados obtidos neste estudo, verificou-se que os tratamentos diferiram entre si na primeira época de queima mas não houve diferença entre eles na segunda e terceira época. Os resultados evidenciam ainda que de um modo geral todos os tratamentos foram mais eficientes e o fogo foi mais lento na primeira do que na segunda e terceira época. Visto que tanto a Diamônica fosfato como o Sulfato de amônia são solúveis em água, provavelmente a estes resultados possa se atribuir a precipitação ocorrida (125mm) entre o 13º e o 20º dias após a aplicação dos tratamentos, a qual teria provocado a lixiviação destes produtos, reduzindo desta forma a eficácia dos mesmos no retardamento do fogo. Segundo Davis (4) o grande inconveniente no uso do fosfato de amônia como retardante químico do fogo é a sua solubilidade em água. Afirma ainda este autor, que 6 mm de precipitação são suficientes para a lixiviação deste produto.

Conforme afirma Silva (16), uma precipitação de 15 mm ou mais, igualmente distribuído durante 48 horas, é capaz de saturar a matéria morta da floresta diminuindo assim o grau de perigo de ocorrência de incêndio. Verificando o tempo de propagação do fogo no tratamento testemunha deste estudo (Quadro 4 e Figura 10), observa-se que não houve diferença entre as três épocas de queima, do que se deduz que a saturação, pela precipitação, da matéria morta trabalhada, não influenciou na propagação do fogo. Provavelmente, estes resultados não concordam com os de Silva (16), pela diferença existente entre as vegetações

deste com as daquele estudo.

A velocidade de propagação dos incêndios é inversamente proporcional à umidade relativa do ar (18). Observando-se o comportamento da umidade relativa durante os períodos de queima (Figura 6), postula-se que este fator não deve ter influido nos tratamentos, uma vez que, a queima foi realizada das 8 horas às 17 horas e a umidade relativa, durante este período, não permaneceu constante.

De um modo geral o Diamônia fosfato, nas doses de 200 e 250 g/m<sup>2</sup> foram os tratamentos mais eficientes no retardamento do fogo (Quadro 4) mas sem diferença significativa entre si. Considerando o preço atual do Diamônia fosfato (em torno de R\$ 1.900,00/tonelada) e o preço operacional de aplicação (CR\$ 100,00/km), conclui-se que a aplicação deste produto na dosagem de 250 g/m<sup>2</sup>, custará para cada aplicação em torno de 5.825,00 por hectare, ou seja, custo do produto numa faixa de 6,0 metros de largura por 1.000 metros de comprimento, em cada lado da estrada ou aceiro. Enquanto a mesma área tratada com 200 g/m<sup>2</sup>, custará em torno de CR\$ 4.460,00. Mesmo assim, em razão do alto custo, esta técnica deve ser usada, somente, em regiões onde ocorre longos períodos de estiagem, visando a proteção de povoadamentos de alto valor econômico. Davis (5), menciona que na Floresta Nacional de Angeles está se usando o Fosfato de amônia como tratamento operacional para as partes mais secas da Floresta, onde o principal combustível é o capim seco.



## 6. CONCLUSÕES

Considerando as condições que o presente estudo foi efetuado e tendo por base os resultados obtidos e discussões efetuadas pode-se concluir que:

1. Em todas as dosagens o Diamônia fosfato mostrou-se relativamente superior ao Sulfato de amônia no retardamento do fogo.
2. Tanto o Diamônia fosfato como o Sulfato de amônia em qualquer das dosagens usadas, são ineficientes no retardamento do fogo quando após suas aplicações, ocorrer uma precipitação pluviométrica em torno de 125 mm.
3. Economicamente, o mais eficiente dos tratamentos foi o Diamônia fosfato na dosagem de  $200 \text{ g/m}^2$ .

## 7. RESUMO

Esta pesquisa foi desenvolvida na Estação de Pesquisas Florestais de Rio Negro, da Faculdade de Florestas da Universidade Federal do Paraná, em Rio Negro-PR. com os objetivos de desenvolver uma técnica preventiva eficiente e econômica para evitar a propagação de incêndios florestais em margens de estradas e aceiros através de retardantes químicos.

Usou-se o Sulfato de amônia  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  com 20% de nitrogênio amoniacal e Diamônia fosfato  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  com 18% de nitrogênio e 46% de equivalente  $\text{P}_2\text{O}_5$  nas concentrações de 50 gramas, 200 gramas e 250 gramas por metro quadrado. Cada concentração foi dissolvida em 10 litros de água e pulverizada em cada parcela previamente preparada.

O delineamento usado foi o de parcelas sub-divididas em blocos ao acaso, com quatro repetições. As sub-parcelas tinham dimensões de 6,0 por 2,0 metros. A distância entre uma sub-parcela e outra era de 1 m e entre uma repetição e outra 2,0m. Esses foram gradeados para que não houvesse propagação do fogo, de uma parcela para outra ou entre repetições.

Os elementos coletados para o desenvolvimento deste estudo obedeceram três fases distintas ou seja 10, 20 e 40 dias após a instalação do experimento.

Os resultados evidenciam que os tratamentos com Diamônia fosfato, nas doses de 250 e 200  $\text{g/m}^2$ , e Sulfato de amônia 250  $\text{g/m}^2$ , foram os tratamentos mais eficientes no retardamen

to de propagação do fogo. Foi constatado também, que a eficiência dos tratamentos foi sensivelmente influenciada pela precipitação pluviométrica, ocorrida após a aplicação dos mesmos.

Quanto a parte econômica, verificou-se ser viável somente para regiões que apresentem longos períodos de estiagem.

## 8. SUMMARY

This experiment was conducted at the Forest School Research Station, in Rio Negro, Parana. The purpose was to test the effectiveness of chemical retardants on preventing forest fires in typical road margin vegetations.

Two products were used: 1) Ammonium sulphate,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , with 20% ammoniacal nitrogen; 2) Diammonium phosphate  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , with 18% nitrogen with 46% equivalent  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Concentrations of 50g, 100g, 200g and 250g per square meter were used. The concentrations were dissolved in 10 liters of water and applied evenly over each prepared plot.

The experimental design consisted of subdivided plots in a random block style with four repetitions. The dimensions of the sub-plots were 6x2m. The distance between blocks was 2 m, and between plots was 1 m. The spaces between the plots and the blocks were plowed to prevent propagation of fire from one plot to another.

The sub-plots were burned on three different intervals: 10, 20 and 40 days after the beginning of the experiment.

Results showed that Diammonium phosphate and Ammonium sulphate of 250 and 200  $\text{g/m}^2$ , respectively, were the most effective in retarding the propagation of fires. It was also observed that the efficiency of the treatments was substantially influenced by rainfall that fell after application of the chemical substances.

Regarding the economical aspects of the technique, it seems to be feasible for regions that present long periods of drought.

## 9. LITERATURA CITADA

1. BARROWS, J. S. Pesquisas de incêndios florestais para proteção ao meio. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Faculdade de Florestas, 1971, 12p. (Traduzido do inglês).
2. BERENHAUSER, H. As essências florestais de ecologia do fogo . Correio Agropecuário, São Paulo, out. 1973.
3. COUNTRYMAN, C. M., McCUTCHAN, M. H. & RYAN, B. C. Fire weather and fire behaviour at the 1968 Canyon fire, United States. Forest Service Research Paper PSW-55. 1969. 20p.
4. DAVIS, J. B. O fosfato de amônia evita incêndios a beira de estradas. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Faculdade de Florestas, 1971, 5p. (Traduzido do inglês).
5. FREITAS, M. M. de Notas sobre prevenção contra incêndios florestais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, | s.ed. |. 1973. 30p. (Monografia).
6. GEORGE, C. W. & AYLMER, D. B. Effects of ammonium sulfate and ammonium phosphate on flammability. U.S. Forest Service Res. Pap. Int-12 (5), 1972. 20p.
7. HAINES, D. A. & SANDO, R. W. Climate conditions preceding historically great fires in the North Central Region . United States. Forest Service Research Paper, NC-34. 1969 . 19 p.
8. HERZOG, W. Silvicultura Moderna; formação de florestas e sua

finalidade. Trad. Bento José Peckel. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1956. 98p. il (Série Estudos Técnicos, 10).

9. HODGSON, A. Central burnig in eucalypt forest in Victoria , Australia. Journal of Forestry, Washington, 66 (8): 601 - 605. 1968.
10. JOHANSEN, R. W. A reproducible systun evaluting forest fire retardants. U. S. Forest Service, Macon, Georgia, 26: 1-9, 1967.
11. LEPAGE, E. S. Teorias sobre a proteção da madeira contra o fogo. Prevenção de Madeiras, São Paulo, 1 (2): 85-99, abr. / jun. 1970.
12. MACLEOD, J. C. Detecção e controle de incêndios florestais recentes e aperfeiçoamento em técnicas e pesquisas. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Faculdade de Florestas, 1970 15 p. (Traduzido do inglês).
13. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Normais climatológicas. Rio de Janeiro, Escritório de Meteorologia, v. 4, 1969.
14. POULAIN, P. Trials of the effectiveness of fires retardants used in forest fire tighting. Rev. for Franc., Champs-sur Marne, 22 (1): 55-59, 1970.
15. PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental, 3 ed , Piracicaba, Universidade de São Paulo, 1966, 404p.
16. SILVA, C. M. F. da Influência de fatores meteorológicos na propagação de incêndios. Seiva, Viçosa, 30 (71): 49-69. out /dez. 1970.
17. SCHROEDER, M. J. & BUCK, C. C. Fire weather: a guide for application of meteorological information to forest fire control operations. U. S. Departament of Agriculture. Agriculture Handbock nº 360. 1970. 229 p.
18. SOARES, R. V. Proteção Florestal. Curitiba, Centro de Pesqui-

- sas Florestais, 1971. 180 p.
19. SOARES, R. V. Prevenção de incêndios florestais. (II), Floresta, Curitiba, 3 (1): 43-49, 1971.
  20. SOARES, R. V. & CORDEIRO, L. Análise das causas e épocas de ocorrência de incêndios florestais na região centro-paranaense. Floresta, Centro de Pesquisas Florestais, Curitiba, 5 (1): 46-49, 1974.
  21. SOARES, R. V. & PAEZ, G. Correlações entre alguns fatores meteorológicos e ocorrência de incêndios florestais na região centro-paranaense. In: II SEMANA DE ESTUDOS METEOROLOGIA AGRÍCOLA DO PARANÁ, Curitiba, mar. 26-31, 1973, 16 p. |s.n.t.|
  22. STOLJARCUK, L. V. Forest fire prediction by meteorological factors. Forestry abstracts 31 (3): 544. 1970.
  23. TORTORELLI, L. A. Efeitos catastróficos do fogo nos bosques do Paraná. Anuário Brasileiro de Economia Florestal, Rio de Janeiro, 16: 71-74, 1964.
  24. WILSON, C. C. & DELL, J. D. The fuels builddup in American forests: a plan of action and research. |Washington, 1971 | Separata de Journal of Forestry, Washington, 68 (8): 471 - 475, 1971.
  25. WOLLEY, R. B. San Deigo's woet fire. Fire Engicering 124 (8): 36:38. 1971.
  26. VINES, R. G. A Survey of Forest fire danger in Victoria (1937 -1969): Australian Forest Research 4. (2): 39-44. 1969.



## APÊNDICE

QUADRO A1. Tempo de propagação do fogo, 10, 20 e 40 dias após a instalação do experimento (em segundos).

TRATAMENTO	REPETIÇÕES	Tempo de propagação (seg.)		
		10 dias	20 dias	40 dias
T <sub>1</sub>	I	440	195	465
	II	305	315	195
	III	260	340	150
	IV	400	195	250
T <sub>2</sub>	I	312	305	250
	II	530	190	200
	III	470	160	185
	IV	625	280	195
T <sub>3</sub>	I	910	910	555
	II	740	260	200
	III	730	430	255
	IV	1.030	310	270
T <sub>4</sub>	I	2.030	925	370
	II	1.880	250	185
	III	1.610	195	195
	IV	1.465	310	215
T <sub>5</sub>	I	390	840	370
	II	400	740	190
	III	260	250	130
	IV	320	340	255
T <sub>6</sub>	I	1.275	1.575	510
	II	545	375	185
	III	715	210	190
	IV	1.425	910	360

QUADRO A1. ... cont.

TRATAMENTO	REPETIÇÕES	Tempo de propagação (seg.)		
		10 dias	20 dias	40 dias
T <sub>7</sub>	I	2.090	390	380
	II	2.490	310	220
	III	1.960	430	205
	IV	1.890	315	245
T <sub>8</sub>	I	2.345	390	440
	II	2.570	310	270
	III	2.295	380	250
	IV	2.405	370	310
T <sub>9</sub>	I	190	250	300
	II	190	150	125
	III	170	200	125
	IV	195	220	195

QUADRO A2. Análise de variância dos dados referentes ao tempo de propagação do fogo, 10 dias após a instalação do experimento de efeitos de retardantes químicos, Rio Negro-Pr, 1974.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO
TRATAMENTOS	8	22964252.0156	2870531.5019**
Testemunha X			
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	1	3434820.5019	3434820.5019**
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	1	3086370.1279	3086370.1279**
RESÍDUO	27	1179226.7514	43675.0648
TOTAL	34	24143478.7656	

(\*\*) significa = a 1% de probabilidade

QUADRO A3. Análise de variância dos dados referentes ao tempo de propagação do fogo, 20 dias após a instalação do experimento de efeitos de retardantes químicos, Rio Negro-Pr, 1974.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO
TRATAMENTOS	8	993668.0590	124208.5073 NS
Testemunha X			
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	1	180250.0868	180250.0868 NS
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	1	215332.0313	215332.0313 NS
RESÍDUO	27	2051706.2553	75989.1205
TOTAL	35	3045374.3154	

(NS) = Não significativa.

QUADRO A4. Análise de variância dos dados referentes ao tempo de propagação do fogo, 40 dias após a instalação do experimento de efeitos de retardantes químicos, Rio Negro-Pr, 1974.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO
TRATAMENTOS	8	74675.0000	9334.3750 NS
Testemunha X			
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	1	25032.0312	25032.0312 NS
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	1	4394.5312	4394.5312 NS
RESÍDUO	27	325600.0002	12059.2592
TOTAL	35	400275.0002	

(NS) = Não significativa.